

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 7月31日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-232024

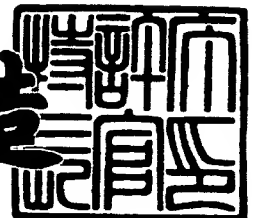
出 願 人  
Applicant(s):

アイコム株式会社

2000年 8月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3067576

【書類名】 特許願

【整理番号】 01448

【提出日】 平成12年 7月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03D 3/00

H03L 7/06

H03D 7/14

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市平野区加美鞍作1丁目6番19号 アイコム株式会社内

【氏名】 桜井 紀佳

【特許出願人】

【識別番号】 000100746

【氏名又は名称】 アイコム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095407

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 満

【選任した代理人】

【識別番号】 100077850

【弁理士】

【氏名又は名称】 芦田 哲仁朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100098442

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 美穂子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038380

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9405455

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 角度復調装置、角度復調方法及び記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の局部発振信号、及び、前記第 1 の局部発振信号と実質的に 90 度位相が異なる第 1 移相信号を生成する第 1 発振部と、

外部より角度変調信号を入力し、前記第 1 発振部より前記第 1 の局部発振信号及び前記第 1 移相信号を入力して、前記角度変調信号の瞬時値と前記第 1 の局部発振信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に 0 である成分を除いた成分からなる第 1 ベースバンド信号を生成し、前記角度変調信号の瞬時値と前記第 1 移相信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に 0 である成分を除いた成分からなる第 2 ベースバンド信号を生成する第 1 混合部と、

第 2 の局部発振信号、及び、前記第 2 の局部発振信号と実質的に 90 度位相が異なる第 2 移相信号を生成する第 2 発振部と、

前記第 1 混合部より前記第 1 及び第 2 ベースバンド信号を入力し、前記第 2 発振部より前記第 2 の局部発振信号及び前記第 2 移相信号を入力して、前記第 1 ベースバンド信号の瞬時値と前記第 2 の局部発振信号の瞬時値との積及び前記第 2 ベースバンド信号の瞬時値と前記第 2 移相信号の瞬時値との積の和又は差を表す中間周波信号を生成する第 2 混合部と、

前記第 2 混合部より前記中間周波信号を入力して復調することにより角度復調信号を生成する復調部と、を備え、

前記第 2 発振部は、

基準発振信号を生成する基準発振器と、

前記基準発振信号を所定の第 1 の分周比で分周することにより、所定の中間周波数と所定範囲内のオフセット周波数との差又は和に実質的に等しい周波数を有する前記第 2 の局部発振信号を生成する分周器と、を備え、

前記第 1 発振部は、前記基準発振信号を入力し、入力した基準発振信号の周波数に対し一定の比率を有する周波数に収束する信号を生成することにより、前記角度変調信号の搬送波周波数と前記オフセット周波数との和又は差に実質的に等

しい周波数を有する前記第 1 の局部発振信号を生成する可変周波数発振器を備える、

ことを特徴とする角度復調装置。

【請求項 2】

前記基準発振器は、前記中間周波信号を入力し、入力した中間周波信号の搬送波周波数に対し一定の比率を有する周波数に収束する信号を生成することにより、前記第 2 の局部発振信号の周波数に前記第 1 の分周比の値を乗じた周波数を有する前記基準発振信号を生成する周波数制御部を備える、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の角度復調装置。

【請求項 3】

前記周波数制御部は、入力した中間周波信号の搬送波成分と、前記基準発振信号を所定の第 2 の分周比で分周して得られる信号との位相差に基づき、前記基準発振信号の周波数が前記搬送波成分の周波数に対し一定の比率を有する値へと収束するように前記基準発振信号の周波数を決定して、決定した周波数を有する前記基準発振信号を生成する第 1 の PLL (Phase Lock Loop) 制御部を備える、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の角度復調装置。

【請求項 4】

前記可変周波数発振器は、入力した基準発振信号を所定の第 3 の分周比で分周して得られる信号と前記第 1 の局部発振信号を所定の第 4 の分周比で分周して得られる信号との位相差に基づき、前記第 1 の局部発振信号の周波数が前記基準発振信号の周波数に対し一定の比率を有する値へと収束するように前記第 1 の局部発振信号の周波数を決定して、決定した周波数を有する前記第 1 の局部発振信号を生成する第 2 の PLL (Phase Lock Loop) 制御部を備える、

ことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の角度復調装置。

【請求項 5】

前記オフセット周波数の大きさは、300 ヘルツ以内である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の角度復調装置。

【請求項 6】

第 1 の局部発振信号、及び、前記第 1 の局部発振信号と実質的に 90 度位相が

異なる第 1 移相信号を生成し、

外部より角度変調信号を入力し、前記角度変調信号の瞬時値と前記第 1 の局部発振信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に 0 である成分を除いた成分からなる第 1 ベースバンド信号を生成し、前記角度変調信号の瞬時値と前記第 1 移相信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に 0 である成分を除いた成分からなる第 2 ベースバンド信号を生成し、

第 2 の局部発振信号、及び、前記第 2 の局部発振信号と実質的に 90 度位相が異なる第 2 移相信号を生成し、

前記第 1 ベースバンド信号の瞬時値と前記第 2 の局部発振信号の瞬時値との積及び前記第 2 ベースバンド信号の瞬時値と前記第 2 移相信号の瞬時値との積の和又は差を表す中間周波信号を生成し、

前記中間周波信号を検波することにより角度復調信号を生成する角度復調方法であって、

前記第 2 の局部発振信号は、所定の中間周波数と所定範囲内のオフセット周波数との差又は和に実質的に等しい周波数を有するものであり、基準発振信号を所定の第 1 の分周比で分周することにより生成され、

前記第 1 の局部発振信号は、前記角度変調信号の搬送波周波数と前記オフセット周波数との和又は差に実質的に等しい周波数を有するものであり、前記基準発振信号の周波数に対し一定の比率を有する周波数に収束する信号を生成することにより生成される、

ことを特徴とする角度復調方法。

# 【請求項 7】

コンピュータを、

第 1 の局部発振信号、及び、前記第 1 の局部発振信号と実質的に 90 度位相が異なる第 1 移相信号を生成する第 1 発振部と、

外部より角度変調信号を入力し、前記第 1 発振部より前記第 1 の局部発振信号及び前記第 1 移相信号を入力して、前記角度変調信号の瞬時値と前記第 1 の局部発振信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に 0 である成分を除いた成分からなる第 1 ベースバンド信号を生成し、前記角度変調信号の瞬時値と前記第 1 移相

信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に 0 である成分を除いた成分からなる第 2 ベースバンド信号を生成する第 1 混合部と、

第 2 の局部発振信号、及び、前記第 2 の局部発振信号と実質的に 9 0 度位相が異なる第 2 移相信号を生成する第 2 発振部と、

前記第 1 混合部より前記第 1 及び第 2 ベースバンド信号を入力し、前記第 2 発振部より前記第 2 の局部発振信号及び前記第 2 移相信号を入力して、前記第 1 ベースバンド信号の瞬時値と前記第 2 の局部発振信号の瞬時値との積及び前記第 2 ベースバンド信号の瞬時値と前記第 2 移相信号の瞬時値との積の和又は差を表す中間周波信号を生成する第 2 混合部と、

前記第 2 混合部より前記中間周波信号を入力して復調することにより角度復調信号を生成する復調部として機能させ、

前記第 2 発振部を、

基準発振信号を生成する基準発振器と、

前記基準発振信号を所定の第 1 の分周比で分周することにより、所定の中間周波数と所定範囲内のオフセット周波数との差又は和に実質的に等しい周波数を有する前記第 2 の局部発振信号を生成する分周器として機能させ、

前記第 1 発振部を、前記基準発振信号を入力し、入力した基準発振信号の周波数に対し一定の比率を有する周波数に収束する信号を生成することにより、前記角度変調信号の搬送波周波数と前記オフセット周波数との和又は差に実質的に等しい周波数を有する前記第 1 の局部発振信号を生成する可変周波数発振器として機能させる、

ためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、角度復調装置及び角度復調方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

FM (Frequency Modulation) 変調信号を復調する手法として、ダイレクトコ

ンバージョンが知られている。ダイレクトコンバージョンの手法を用いたFM受信機は、例えば図3に示す構成を有する。

## 【0003】

図3に示すFM受信機においては、アンテナ201により受信されRF (Radio Frequency: ラジオ周波数) 増幅器202により増幅されたFM変調信号は分波器203により第1のミキサ204 I及び204 Qへと供給される。FM変調信号は、第1の局部発振器214及び移相器208が作る互いに90度位相の異なる一对の第1の局部発振信号と各々混合され、一对のベースバンド信号へと変換される。第1の局部発振信号は、受信した信号の搬送波周波数と同一の周波数に設定しておく。

## 【0004】

ベースバンド信号はLPF (Low Pass Filter) 205 I及び205 Qにより高調波成分をカットされ、AF (Audio Frequency: オーディオ周波数) 増幅器206 I及び206 Qにより増幅された後、第2のミキサ207 I及び207 Qによって、第2の局部発振器215及び移相器209が作る互いに90度位相の異なる一对の第2の局部発振信号と各々混合される。混合により得られた信号同士は加算器210により互いに加算され、これにより、単一の中間周波信号へと変換される。

## 【0005】

中間周波信号は、BPF (Band Pass Filter) 211及びIF (Intermediate Frequency: 中間周波数) 増幅器212を介してFM検波器213に供給され、FM検波器213が中間周波信号を検波し、検波により得られたオーディオ信号を出力する。

## 【0006】

ダイレクトコンバージョンの手法によれば、FM変調信号を復調する装置の構成を簡単にできる上、スーパーヘテロダインと異なり影像周波数近傍の信号による妨害のおそれがない、という利点が見られる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】



しかし、図 3 に示す上述の構成の FM 受信機にあっては、第 1 のミキサにおいて妨害波の 2 次歪みあるいは第 1 の局部発振信号の 2 次歪みが発生した場合、これらの 2 次歪みに含まれる直流成分がベースバンド信号に混入する。そして、ベースバンド信号に混入した直流成分を H P F (High Pass Filter) を用いて除去した場合、ベースバンド信号に変換された FM 変調信号の搬送波成分も除去されてしまうので、FM 変調信号が正確に復調されない。

## 【 0 0 0 8 】

FM 変調信号の復調の正確さを損なわずにこの直流成分を除去するための手法としては、例えば、アメリカ合衆国特許第 4, 9 4 4, 0 2 5 号の手法が考えられる。

アメリカ合衆国特許第 4, 9 4 4, 0 2 5 号の手法は、中間周波信号の検波により得られる電圧にオフセット電圧を加算して得られる電圧を用いて、第 1 の局部発振器につき A F C (Automatic Frequency Control) を行うことにより、第 1 の局部発振信号の周波数を調整するものである。この手法により、第 1 の局部発振信号の周波数は受信する対象の FM 変調信号の搬送波周波数から所定量オフセットさせた周波数とすることが可能になる。従って、H P F を用いて、正確さを損なうことなくベースバンド信号から容易に直流成分を除去できるようになる。

## 【 0 0 0 9 】

しかし、この手法によった場合、オフセット電圧を加算する回路の調整が困難であって、周波数がオフセットされる量が不安定になる、という問題があった。また、互いに異なる周波数の信号を互いに独立して発生する第 1 及び第 2 の局部発振器を用いるため、FM 受信機の動作が不安定になりやすく、また、FM 受信機の構成が複雑あるいは大型になり、高価格化も招いていた。

## 【 0 0 1 0 】

この発明は上記実状に鑑みてなされたもので、簡単な構成で調整が容易であってダイレクトコンバージョンの手法を行う角度復調装置及び角度復調方法を提供することを目的とする。

また、この発明は、局部発振信号を単一の基準発振信号に基づいて生成し、ダ

イレクトコンバージョンの手法を行う角度復調装置及び角度復調方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、この発明の第 1 の観点にかかる角度復調装置は、

第 1 の局部発振信号、及び、前記第 1 の局部発振信号と実質的に 9 0 度位相が異なる第 1 移相信号を生成する第 1 発振部と、

外部より角度変調信号を入力し、前記第 1 発振部より前記第 1 の局部発振信号及び前記第 1 移相信号を入力して、前記角度変調信号の瞬時値と前記第 1 の局部発振信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に 0 である成分を除いた成分からなる第 1 ベースバンド信号を生成し、前記角度変調信号の瞬時値と前記第 1 移相信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に 0 である成分を除いた成分からなる第 2 ベースバンド信号を生成する第 1 混合部と、

第 2 の局部発振信号、及び、前記第 2 の局部発振信号と実質的に 9 0 度位相が異なる第 2 移相信号を生成する第 2 発振部と、

前記第 1 混合部より前記第 1 及び第 2 ベースバンド信号を入力し、前記第 2 発振部より前記第 2 の局部発振信号及び前記第 2 移相信号を入力して、前記第 1 ベースバンド信号の瞬時値と前記第 2 の局部発振信号の瞬時値との積及び前記第 2 ベースバンド信号の瞬時値と前記第 2 移相信号の瞬時値との積の和又は差を表す中間周波信号を生成する第 2 混合部と、

前記第 2 混合部より前記中間周波信号を入力して復調することにより角度復調信号を生成する復調部と、を備え、

前記第 2 発振部は、

基準発振信号を生成する基準発振器と、

前記基準発振信号を所定の第 1 の分周比で分周することにより、所定の中間周波数と所定範囲内のオフセット周波数との差又は和に実質的に等しい周波数を有する前記第 2 の局部発振信号を生成する分周器と、を備え、

前記第 1 発振部は、前記基準発振信号を入力し、入力した基準発振信号の周波数に対し一定の比率を有する周波数に収束する信号を生成することにより、前記

角度変調信号の搬送波周波数と前記オフセット周波数との和又は差に実質的に等しい周波数を有する前記第 1 の局部発振信号を生成する可変周波数発振器を備える、

ことを特徴とする。

#### 【 0 0 1 2 】

このような角度復調装置はダイレクトコンバージョンの手法により角度変調信号の復調を行う。そして、第 1 及び第 2 の局部発振信号は、いずれも単一の基準発振信号に基づいて生成される。従って、構成が簡単であり、また調整が容易である。

#### 【 0 0 1 3 】

前記基準発振器は、前記中間周波信号を入力し、入力した中間周波信号の搬送波周波数に対し一定の比率を有する周波数に収束する信号を生成することにより、前記第 2 の局部発振信号の周波数に前記第 1 の分周比の値を乗じた周波数を有する前記基準発振信号を生成する周波数制御部を備えるものであってもよい。

このような構成を備えることにより、基準発振信号の周波数は、中間周波数とオフセット周波数の差に第 1 の分周比を乗じた値へと収束する。従って、このような角度復調装置の調整はさらに容易になる。

#### 【 0 0 1 4 】

前記周波数制御部は、例えば、入力した中間周波信号の搬送波成分と、前記基準発振信号を所定の第 2 の分周比で分周して得られる信号との位相差に基づき、前記基準発振信号の周波数が前記搬送波成分の周波数に対し一定の比率を有する値へと収束するように前記基準発振信号の周波数を決定して、決定した周波数を有する前記基準発振信号を生成する第 1 の PLL (Phase Lock Loop) 制御部を備えることにより、基準発振信号の周波数を、中間周波数とオフセット周波数との和に第 1 の分周比を乗じた値へと収束させるものとすればよい。

#### 【 0 0 1 5 】

前記可変周波数発振器は、例えば、入力した基準発振信号を所定の第 3 の分周比で分周して得られる信号と前記第 1 の局部発振信号を所定の第 4 の分周比で分周して得られる信号との位相差に基づき、前記第 1 の局部発振信号の周波数が前

記基準発振信号の周波数に対し一定の比率を有する値へと収束するように前記第 1 の局部発振信号の周波数を決定して、決定した周波数を有する前記第 1 の局部発振信号を生成する第 2 の PLL (Phase Lock Loop) 制御部を備えることにより、第 1 の局部発振信号の周波数を、角度変調信号の搬送波周波数とオフセット周波数との和へと収束させるものとすればよい。

## 【 0 0 1 6 】

前記オフセット周波数の大きさは、300ヘルツ以内であることが望ましい。音声信号を再生する場合、その音声信号のうち300ヘルツ程度以下の成分は除去されても、再生される音声の正確さは損なわれない。従って、HPFやコンデンサを用いてベースバンド信号からオフセット周波数未満の成分を除去することにより、復調の正確さを損なうことなくミキサの2次歪みの直流成分が容易に除去されるようになる。

## 【 0 0 1 7 】

また、この発明の第2の観点にかかる角度復調方法は、

第1の局部発振信号、及び、前記第1の局部発振信号と実質的に90度位相が異なる第1移相信号を生成し、

外部より角度変調信号を入力し、前記角度変調信号の瞬時値と前記第1の局部発振信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に0である成分を除いた成分からなる第1ベースバンド信号を生成し、前記角度変調信号の瞬時値と前記第1移相信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に0である成分を除いた成分からなる第2ベースバンド信号を生成し、

第2の局部発振信号、及び、前記第2の局部発振信号と実質的に90度位相が異なる第2移相信号を生成し、

前記第1ベースバンド信号の瞬時値と前記第2の局部発振信号の瞬時値との積及び前記第2ベースバンド信号の瞬時値と前記第2移相信号の瞬時値との積の和又は差を表す中間周波信号を生成し、

前記中間周波信号を検波することにより角度復調信号を生成する角度復調方法であって、

前記第2の局部発振信号は、所定の中間周波数と所定範囲内のオフセット周波

数との差又は和に実質的に等しい周波数を有するものであり、基準発振信号を所定の第1の分周比で分周することにより生成され、

前記第1の局部発振信号は、前記角度変調信号の搬送波周波数と前記オフセット周波数との和又は差に実質的に等しい周波数を有するものであり、前記基準発振信号の周波数に対し一定の比率を有する周波数に収束する信号を生成することにより生成される、

ことを特徴とする。

【0018】

このような角度復調方法では、ダイレクトコンバージョンの手法により角度変調信号の復調が行われる。そして、第1及び第2の局部発振信号は、いずれも単一の基準発振信号に基づいて生成される。従って、構成が簡単であり、また調整が容易である。

【0019】

また、この発明の第3の観点にかかるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は

コンピュータを、

第1の局部発振信号、及び、前記第1の局部発振信号と実質的に90度位相が異なる第1移相信号を生成する第1発振部と、

外部より角度変調信号を入力し、前記第1発振部より前記第1の局部発振信号及び前記第1移相信号を入力して、前記角度変調信号の瞬時値と前記第1の局部発振信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に0である成分を除いた成分からなる第1ベースバンド信号を生成し、前記角度変調信号の瞬時値と前記第1移相信号の瞬時値との積のうち周波数が実質的に0である成分を除いた成分からなる第2ベースバンド信号を生成する第1混合部と、

第2の局部発振信号、及び、前記第2の局部発振信号と実質的に90度位相が異なる第2移相信号を生成する第2発振部と、

前記第1混合部より前記第1及び第2ベースバンド信号を入力し、前記第2発振部より前記第2の局部発振信号及び前記第2移相信号を入力して、前記第1ベースバンド信号の瞬時値と前記第2の局部発振信号の瞬時値との積及び前記第2

ベースバンド信号の瞬時値と前記第 2 移相信号の瞬時値との積の和又は差を表す中間周波信号を生成する第 2 混合部と、

前記第 2 混合部より前記中間周波信号を入力して復調することにより角度復調信号を生成する復調部として機能させ、

前記第 2 発振部を、

基準発振信号を生成する基準発振器と、

前記基準発振信号を所定の第 1 の分周比で分周することにより、所定の中間周波数と所定範囲内のオフセット周波数との差又は和に実質的に等しい周波数を有する前記第 2 の局部発振信号を生成する分周器として機能させ、

前記第 1 発振部を、前記基準発振信号を入力し、入力した基準発振信号の周波数に対し一定の比率を有する周波数に収束する信号を生成することにより、前記角度変調信号の搬送波周波数と前記オフセット周波数との和又は差に実質的に等しい周波数を有する前記第 1 の局部発振信号を生成する可変周波数発振器として機能させる、

ためのプログラムを記録したことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

このような記録媒体に記録されたプログラムを実行するコンピュータは、ダイレクトコンバージョンの手法により角度変調信号の復調を行う。そして、第 1 及び第 2 の局部発振信号は、いずれも単一の基準発振信号に基づいて生成される。従って、構成が簡単であり、また調整が容易である。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態にかかる角度復調装置及び角度復調方法を、FM (Frequency Modulation) 受信機を例として説明する。

【 0 0 2 2 】

図 1 は、この発明の実施の形態にかかる FM 受信機の構成の一例を示す。

図示するように、この FM 受信機は、アンテナ 1 と、RF (Radio Frequency : ラジオ周波数) 増幅器 2 と、分波器 3 と、ミキサ 4 I、4 Q、8 I 及び 8 Q と、LPF (Low Pass Filter) 5 I 及び 5 Q と、AF (Audio Frequency : オーデ

イオ周波数)増幅器6I及び6Qと、直流除去部7I及び7Qと、移相器9及び10と、局部発振器11と、加算器12と、BPF(Band Pass Filter)13と、IF(Intermediate Frequency:中間周波数)増幅器14と、FM検波器15とより構成されている。

## 【0023】

RF増幅器2は、電磁波によりアンテナ1に励起された信号(RF信号)をアンテナ1から供給されると、アンテナ1から供給された信号を増幅して分波器3に供給する。

分波器3は、RF増幅器2から供給されたRF信号を、ミキサ4I及び4Qに供給する。

## 【0024】

ミキサ4I及び4Qは、互いに実質的に同一の構成を有している。ミキサ4Iは、分波器3から供給されるRF信号と局部発振器11から供給される後述の第1の局部発振信号との積を表す信号(Iチャンネルベースバンド信号)を生成して、LPF5Iに供給する。ミキサ4Qは、分波器3から供給されるRF信号と移相器9から供給される後述の第1移相信号との積を表す信号(Qチャンネルベースバンド信号)を生成して、LPF5Qに供給する。

## 【0025】

LPF5I及び5Qは、互いに実質的に同一の構成を有している。LPF5I及び5Qは、ミキサ4I又は4Qから供給されたIチャンネルベースバンド信号又はQチャンネルベースバンド信号をフィルタリングする。具体的には、LPF5Iは、Iチャンネルベースバンド信号のうち、再生されるべき後述のAF信号の帯域の上限を超える周波数成分を除去し、残りの周波数成分をAF増幅器6Iに供給する。LPF5Qは、Qチャンネルベースバンド信号のうち、再生されるべきAF信号の帯域の上限を超える周波数成分を除去し、残りの周波数成分をAF増幅器6Qに供給する。

## 【0026】

AF増幅器6I及び6Qは互いに実質的に同一の構成を有している。AF増幅器6Iは、LPF5Iから供給された信号を増幅して直流除去部7Iに供給し、

A F 増幅器 6 Q は、L P F 5 Q から供給された信号を増幅して直流除去部 7 Q に供給する。

## 【 0 0 2 7 】

直流除去部 7 I 及び 7 Q は互いに実質的に同一の構成を有しており、例えば、いずれもコンデンサあるいは H P F (High Pass Filter) より構成されている。直流除去部 7 I は、A F 増幅器 6 I から供給された信号のうち直流成分を除去し、その他の成分をミキサ 8 I に供給する。直流除去部 7 Q は、A F 増幅器 6 Q から供給された信号のうち直流成分を除去し、その他の成分をミキサ 8 Q に供給する。

## 【 0 0 2 8 】

ミキサ 8 I 及び 8 Q は、互いに実質的に同一の構成を有している。ミキサ 8 I は、直流除去部 7 I から供給される信号と局部発振器 1 1 から供給される後述の第 2 の局部発振信号との積を表す信号のうち、周波数がこれら 2 つの信号の周波数の和（又は差）に実質的に等しい成分を表す信号を生成して、加算器 1 2 に供給する。ミキサ 8 Q は、直流除去部 7 Q から供給される信号と移相器 1 0 から供給される後述の第 2 移相信号との積を表す信号のうち、周波数がこれら 2 つの信号の周波数の和（又は差）に実質的に等しい成分を表す信号を生成して、加算器 1 2 に供給する。

## 【 0 0 2 9 】

移相器 9 は、局部発振器 1 1 より第 1 の局部発振信号を供給されると、第 1 の局部発振信号の位相を実質的に 9 0 度遅らせた信号である第 1 移相信号を生成し、ミキサ 4 Q に供給する。

移相器 1 0 は、局部発振器 1 1 より第 2 の局部発振信号を供給されると、第 2 の局部発振信号の位相を実質的に 9 0 度遅らせた信号である第 2 移相信号を生成し、ミキサ 8 Q に供給する。

## 【 0 0 3 0 】

加算器 1 2 は、ミキサ 8 I 及び 8 Q から供給される信号の和を表す信号を生成して、B P F 1 3 に供給する。

B P F 1 3 は、加算器 1 2 から供給された信号をフィルタリングする。具体的



には、BPF 13は、加算器12から供給された信号のうち、所定の中間周波数近傍の帯域の成分をIF増幅器14に供給し、その他の成分を実質的に遮断する。

IF増幅器14は、BPF 13から供給された成分（IF信号）を増幅して、FM検波器15及び局部発振器11に供給する。

#### 【0031】

FM検波器15は、比検波器、クワドラチャ復調回路その他任意のFM検波回路や、AF増幅器及びスピーカなどから構成されており、IF増幅器14から供給された信号の周波数変移を振幅へと変換することによりIF信号のFM復調を行い、復調により得られたAF信号を、このFM受信機の出力信号として出力し、再生する。

#### 【0032】

局部発振器11は、図2に示すように、VCO (Voltage Controlled Oscillator) 101及び111と、分周器102、105、106、107及び112と、位相比較器103及び108と、LPF 104及び109と、ループフィルタ110とより構成されている。

#### 【0033】

VCO 101及び111は交流信号を生成し、各自が生成する交流信号の周波数を、各自に供給された制御信号が指定する変化分だけ変化させる。なお、VCO 101及び111は、いずれも、制御信号が未だ自己に供給されていない状態では、例えば、自己に固有のフリーランニング周波数の交流信号を生成するものとする。

VCO 101は、自己が生成した交流信号（基準発振信号）を分周器102、105及び107へと供給する。VCO 111は、自己が生成した交流信号を分周器112へと供給し、また、この交流信号を第1の局部発振信号としてミキサ4I及び移相器9へと供給する。

#### 【0034】

分周器102、105、106、107及び112は、いずれも、例えばフリップフロップ回路、カウンタ回路等より構成されている。

## 【 0 0 3 5 】

分周器 1 0 2 は、VCO 1 0 1 より供給された交流信号を分周比  $p$ （ただし、 $p$  は自然数）で分周する（すなわち、分周器 1 0 2 は、基準発振信号に同期し、基準発振信号の周波数の  $p$  分の 1 に実質的に等しい周波数を有する交流信号を生成する）。

そして、分周器 1 0 2 は、自己が分周を行って得られた信号を位相比較器 1 0 3 に供給する。

## 【 0 0 3 6 】

分周器 1 0 5 は、VCO 1 0 1 より供給された交流信号を分周比  $q$ （ただし、 $q$  は自然数）で分周し、自己が分周を行って得られた信号を分周器 1 0 6 に供給する。

分周器 1 0 6 は、分周器 1 0 5 より供給された交流信号を分周比  $r$ （ただし、 $r$  は自然数）で分周し、自己が分周を行って得られた信号を、第 2 の局部発振信号としてミキサ 8 I 及び移相器 1 0 へと供給する。

## 【 0 0 3 7 】

分周器 1 0 7 は、VCO 1 0 1 より供給された交流信号を分周比  $s$ （ただし、 $s$  は自然数）で分周し、自己が分周を行って得られた信号を位相比較器 1 0 8 に供給する。

分周器 1 1 2 は、VCO 1 1 1 より供給された交流信号を分周比  $t$ （ただし、 $t$  は自然数）で分周し、自己が分周を行って得られた信号を位相比較器 1 0 8 へと供給する。

## 【 0 0 3 8 】

位相比較器 1 0 3 は、乗算回路等より構成されており、分周器 1 0 2 から供給される交流信号と IF 増幅器 1 4 から供給される信号の搬送波成分との位相差を表す制御信号を生成し、生成した制御信号を LPF 1 0 4 へと供給する。

LPF 1 0 4 は、位相比較器 1 0 3 より供給される制御信号に含まれる高調波成分を除去し、高調波成分が実質的に除去された制御信号を VCO 1 0 1 に供給する。

## 【 0 0 3 9 】

位相比較器 1 0 3 が出力する制御信号は、I F 増幅器 1 4 から供給される信号の搬送波成分と分周器 1 0 2 から供給される信号との位相差が実質的に 0 であるとき、基準発振信号の周波数の変化分を実質的に 0 と指定するものとなる（すなわち、V C O 1 0 1 が現に生成している交流信号の周波数をそのまま保つよう指定するものとなる）。

## 【 0 0 4 0 】

一方、I F 増幅器 1 4 から供給される信号の搬送波成分の位相が、分周器 1 0 2 から供給される信号の位相より進んでいるときに位相比較器 1 0 3 が出力する制御信号が示す変化分は正の値となる。すなわち、基準発振信号の周波数を上昇させるよう指定するものとなる。また、I F 増幅器 1 4 から供給される信号の搬送波成分の位相が、分周器 1 0 2 から供給される信号の位相より遅れているときに位相比較器 1 0 3 が出力する制御信号が示す変化分は負の値となる。すなわち、基準発振信号の周波数を下降させるよう指定するものとなる。ただし、変化分の値が正負いずれである場合も、制御信号が指定する変化分の絶対値は、I F 増幅器 1 4 から供給される信号の搬送波成分と分周器 1 0 2 から供給される信号との位相差が大きいほど、大きな値になるようにする。

すなわち、V C O 1 0 1、分周器 1 0 2、位相比較器 1 0 3 及び L P F 1 0 4 は、基準発振信号の周波数を制御する第 1 の P L L (Phase Lock Loop) として機能する。

## 【 0 0 4 1 】

位相比較器 1 0 8 は、乗算回路等より構成されており、分周器 1 0 7 及び 1 1 2 から供給される 2 つの交流信号の位相差を矩形波のデューティー比として表す信号を生成し、生成した制御信号を L P F 1 0 9 へと供給する。

L P F 1 0 9 は、位相比較器 1 0 8 より供給される信号に含まれる高調波成分を除去し、高調波成分が実質的に除去された信号をループフィルタ 1 1 0 に供給する。

ループフィルタ 1 1 0 は積分回路等より構成されており、L P F 1 0 9 より供給される信号のデューティー比を表すレベルを有する制御信号を生成し、生成した制御信号を V C O 1 1 1 に供給する。

## 【 0 0 4 2 】

位相比較器 1 0 8 が出力する信号は、分周器 1 0 7 及び 1 1 2 から供給される 2 つの信号の位相差が実質的に 0 であるとき、ループフィルタ 1 1 0 から、V C O 1 1 1 が生成する交流信号の周波数の変化分を実質的に 0 と指定する制御信号が出力されるようなものとなる。

## 【 0 0 4 3 】

一方、分周器 1 1 2 から供給される信号の搬送波成分の位相が、分周器 1 0 7 から供給される信号の位相より進んでいるときに位相比較器 1 0 8 が出力する信号は、ループフィルタ 1 1 0 が出力する制御信号が示す変化分が負の値となるようなものとなる。また、分周器 1 1 2 から供給される信号の搬送波成分の位相が、分周器 1 0 7 から供給される信号の位相より遅れているときに位相比較器 1 0 8 が出力する信号は、ループフィルタ 1 1 0 が出力する制御信号が示す変化分が正の値となるようなものとなる。ただし、変化分の値が正負いずれである場合も、ループフィルタ 1 1 0 が出力する制御信号が指定する変化分の絶対値は、分周器 1 0 7 及び 1 1 2 から供給される 2 つの信号の位相差が大きいほど大きな値になるようにする。

すなわち、V C O 1 1 1、分周器 1 0 7、位相比較器 1 0 8、L P F 1 0 9 及びループフィルタ 1 1 0 は、V C O 1 1 1 が生成する交流信号の周波数を制御する第 2 の P L L として機能する。

## 【 0 0 4 4 】

なお、上述の分周比  $p$ 、 $q$ 、 $r$ 、 $s$  及び  $t$  の値は、

- (1) 第 1 の局部発振信号の周波数が、後述する動作により、この FM 受信機が受信する対象の FM 変調信号の搬送波周波数と所定のオフセット周波数との和（又は差）に収束し、
  - (2) 第 2 の局部発振信号の周波数が、後述する動作により、B P F 1 3 の通過帯域内の所定の中間周波数とオフセット周波数との差（又は和）へと収束し、
  - (3) 分周器 1 0 2 が位相比較器 1 0 3 に供給する交流信号の周波数が、後述する動作により、上述の中間周波数に収束する、
- ような値に設定されている。

## 【0045】

そして更に、

(4) 上述のオフセット周波数の大きさは300ヘルツ以内である、

ことが望ましい。再生されるべきAF信号が音声を表す場合、その音声のうち300ヘルツ程度以下の成分は、再生されなくても再生される音声の正確さは損なわれない。従ってこの場合、Iチャンネルベースバンド信号やQチャンネルベースバンド信号から直流成分を除去する直流除去部7Iや7Qは、正確に直流成分のみを除去しなくても、実質的にオフセット周波数未満の成分のみを除去するものであれば、復調の正確さを損なうことなく、またIチャンネルベースバンド信号やQチャンネルベースバンド信号の搬送波成分を誤って除去することもなく、ミキサ4Iや4Qが発生する2次歪みの直流成分を除去できる。

## 【0046】

換言すれば、分周比p、q、r、s及びtの値は、このFM受信機が受信する対象のFM変調信号の搬送波周波数を $f_0$ 、第1の局部発振信号の周波数が収束する値を $f_1$ 、第2の局部発振信号の周波数が収束する値を $f_2$ 、中間周波数を $f_{IF}$ 、オフセット周波数を $\Delta f$ とする場合、数式1～数式3に示す関係を実質的に満たすような値とする。そして更に、数式4に満たす関係を満たすことが望ましい。

## 【0047】

【数1】

$$f_1 = f_0 \pm \Delta f$$

【数2】

$$(f_1 / t) = f_2 \cdot \{ (q \cdot r) / s \}$$

【数3】

$$f_2 \cdot \{ (q \cdot r) / p \} = (f_2 \pm \Delta f) = f_{IF}$$

【数4】

$$\Delta f \leq 300 \text{ [Hz]}$$

## 【0048】

具体的には、例えば、このFM受信機が受信する対象のFM変調信号の搬送波

周波数が470メガヘルツで、オフセット周波数が72ヘルツで、中間周波数が36.072149キロヘルツである場合、分周比 $p$ 、 $q$ 、 $r$ 、 $s$ 及び $t$ の値は、順に、499、250、2、360及び37600であれば、数式1～数式4に示す関係は実質的に満たされる。

このとき、第1の局部発振信号の周波数は約470.000072メガヘルツに収束し、第2の局部発振信号の周波数は約36.0000055キロヘルツに収束し、分周器102が位相比較器103に供給する交流信号の周波数は、約36.072149キロヘルツに収束する。

【0049】

(動作)

次に、このFM受信機の動作を説明する。

このFM受信機が受信する対象のFM変調信号がアンテナ1にRF信号を誘起すると、RF増幅器2がこのRF信号を増幅して分波器3に供給し、分波器3は、RF増幅器2から供給されたRF信号を、ミキサ4I及び4Qに供給する。

一方、ミキサ4Iには局部発振器11のVCO111が生成する第1の局部発振信号が供給され、ミキサ4Qには第1の局部発振信号の位相が実質的に90度遅れたものに相当する信号である第1移相信号が移相器9より供給される。

【0050】

VCO111が出力する交流信号の周波数は、分周器107が出力する信号の周波数（つまり、基準発振信号の周波数の $s$ 分の1）が、分周器112が出力する信号の周波数（つまり、VCO111自身が現に生成している交流信号の周波数の $t$ 分の1）より高いときは上昇し、低いときは下降する。従って、第1の局部発振信号の周波数は、VCO101が出力する交流信号の周波数の $s$ 分の $t$ の値に収束する。

【0051】

ミキサ4Iは、Iチャンネルベースバンド信号を生成する。ミキサ4Iが生成したIチャンネルベースバンド信号はLPF5Iによりフィルタリングされ、AF増幅器6Iにより増幅され、更に直流除去部7Iにより直流成分の除去を受けた後、ミキサ8Iに供給される。

ミキサ 4 Q は、Q チャンネルベースバンド信号を生成する。ミキサ 4 Q が生成した Q チャンネルベースバンド信号は L P F 5 Q によりフィルタリングされ、A F 増幅器 6 Q により増幅され、更に直流除去部 7 Q により直流成分の除去を受けた後、ミキサ 8 Q に供給される。

I チャンネルベースバンド信号及び Q チャンネルベースバンド信号に含まれる、F M 変調信号の搬送波成分の周波数は、オフセット周波数に実質的に等しい値へと収束する。

## 【 0 0 5 2 】

一方、ミキサ 8 I には局部発振器 1 1 の分周器 1 0 6 が出力する第 2 の局部発振信号が供給され、ミキサ 8 Q には第 2 の局部発振信号の位相が実質的に 9 0 度遅れたものに相当する信号である第 2 移相信号が移相器 1 0 より供給される。

## 【 0 0 5 3 】

ミキサ 8 I は、直流除去部 7 I が供給する信号と第 2 の局部発振信号との積を表す信号のうち、周波数がこれら 2 つの信号の周波数の和（又は差）に実質的に等しい成分を表す信号を生成し、加算器 1 2 に供給する。第 2 の局部発振信号は、基準発振信号が分周器 1 0 5 により分周比  $q$  で分周され、更に分周器 1 0 6 により分周比  $r$  で分周されたものである。

ミキサ 8 Q は、直流除去部 7 Q が供給する信号と第 2 移相信号との積を表す信号のうち、周波数がこれら 2 つの信号の周波数の和（又は差）に実質的に等しい成分を表す信号を生成し、加算器 1 2 に供給する。

## 【 0 0 5 4 】

加算器 1 2 は、ミキサ 8 I 及び 8 Q から供給される信号の和を表す信号を生成する。この信号は B P F 1 3 によりフィルタリングされて I F 信号となり、I F 信号は I F 増幅器 1 4 により増幅される。

I F 増幅器 1 4 により増幅された I F 信号は F M 検波器 1 5 により F M 復調され、復調により得られた A F 信号が、この F M 受信機の出力信号として出力され、再生される。

## 【 0 0 5 5 】

一方、I F 増幅器 1 4 に増幅された信号は局部発振器 1 1 の位相比較器 1 0 3

にも供給される。

位相比較器 1 0 3 が出力する制御信号は、分周器 1 0 2 が出力する信号の周波数（つまり、基準発振信号の周波数の  $p$  分の 1）が中間周波数より高いときは、基準発振信号の周波数を下降させるものとなる。また、中間周波数より低いときは、基準発振信号の周波数を上昇させるものとなる。従って、VCO 1 0 1 が出力する交流信号の周波数は、中間周波数の  $p$  倍の値に収束する。そして、第 2 の局部発振信号の周波数は、中間周波数とオフセット周波数の差の  $(q \cdot r)$  分の 1 の値に収束する。

そして、I F 信号に含まれる、FM 変調信号の搬送波成分の周波数は、第 2 の局部発振信号の周波数とオフセット周波数との和（又は差）に実質的に等しい値へと収束する。

#### 【 0 0 5 6 】

以上説明した動作の結果、この FM 受信機に受信された FM 変調信号が復調され、A F 信号が表す音声再生される。

この FM 受信機はダイレクトコンバージョンの手法により FM 変調信号の復調を行う。そして、第 1 及び第 2 の局部発振信号は、いずれも単一の基準発振信号に基づいて生成される。従って構成が簡単である。また、基準発振信号の周波数は、中間周波数の  $p$  倍の値へと収束する。従って調整も容易である。

#### 【 0 0 5 7 】

なお、この FM 受信機の構成は、上述のものに限られない。

例えば、分波器 3 は、A/D (Analog-to-Digital) 変換器と、DSP (Digital Signal Processor) や CPU (Central Processing Unit) とから構成されていてもよい。また、FM 検波器 1 5 は、DSP や CPU と D/A (Digital-to-Analog) 変換器とより構成されていてもよい。そして、この FM 受信機その他の構成要素の機能の一部又は全部が、DSP や CPU により行われていてもよい。

#### 【 0 0 5 8 】

また、この FM 受信機は、FM 変調信号をアンテナ 1 から取得する必要はなく、例えば、FM 変調信号を有線回線より取得してもよい。また、RF 増幅器 2 は省略可能である。



また、このFM受信機は、PM (Phase Modulation) 変調信号を復調してもよい。この場合、FM検波器15は、例えば、IF信号をFM復調して得られたAF信号を積分するための積分回路等を備えるものとすればよい。

## 【0059】

また、分周比 $p$ 、 $q$ 、 $r$ 、 $s$ 及び $t$ の値は、上述した関係を満たす限り任意である。従って、分周器102、105、106、107及び112のうち少なくともいづれかが、その分周比を変えられるようなものであってもよい。そして、例えば、分周器112の分周比を可変とすれば、このFM受信機は、受信する対象のFM変調信号の搬送波周波数を可変とすることができる。

## 【0060】

以上、この発明にかかる角度復調装置及び角度復調方法を説明したが、この発明の角度復調装置は、専用のシステムによらず、通常のコンピュータシステムを用いて実現可能である。例えば、A/D変換器、D/A変換器を備えるパーソナルコンピュータに、上述の動作を実行するためのプログラムを格納した媒体（フロッピーディスク、CD-ROM等）から該プログラムをインストールすることにより、上記処理を実行するFM受信機を構成することができる。

## 【0061】

また、例えば、通信ネットワークの掲示板(BBS)に該プログラムを掲示し、これをネットワークを介して配信してもよい。ネットワークを介した配信は、該プログラムにより搬送波を変調して得られる変調信号を伝送することにより行ってもよい。

そして、このプログラムを起動し、OSの制御下に、他のアプリケーションプログラムと同様に実行することにより、上述の処理を実行することができる。

## 【0062】

なお、OSが処理の一部を分担する場合、あるいは、OSが本願発明の1つの構成要素の一部を構成するような場合には、記録媒体には、その部分を除いたプログラムを格納してもよい。この場合も、この発明では、その記録媒体には、コンピュータが実行する各機能又はステップを実行するためのプログラムが格納されているものとする。

【 0 0 6 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、簡単な構成で調整が容易であってダイレクトコンバージョンの手法を行う角度復調装置及び角度復調方法が実現される。

また、この発明によれば、局部発振信号を単一の基準発振信号に基づいて生成し、ダイレクトコンバージョンの手法を行う角度復調装置及び角度復調方法が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の実施の形態にかかる FM 受信機の基本構成を示すブロック図である。

【図 2】

図 1 の FM 受信機の局部発振器の基本構成を示すブロック図である。

【図 3】

従来の FM 受信機の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1	アンテナ
2	R F 増幅器
3	分波器
4 I、4 Q、8 I、8 Q	ミキサ
5 I、5 Q、1 0 4、1 0 9	L P F
6 I、6 Q	A F 増幅器
7 I、7 Q	直流除去部
9、1 0	移相器
1 1	局部発振器
1 0 1、1 1 1	V C O
1 0 2、1 0 5、1 0 6、1 0 7、1 1 2	分周器
1 0 3、1 0 8	位相比較器

1 1 0

ループフィルタ

1 2

加算器

1 3

B P F

1 4

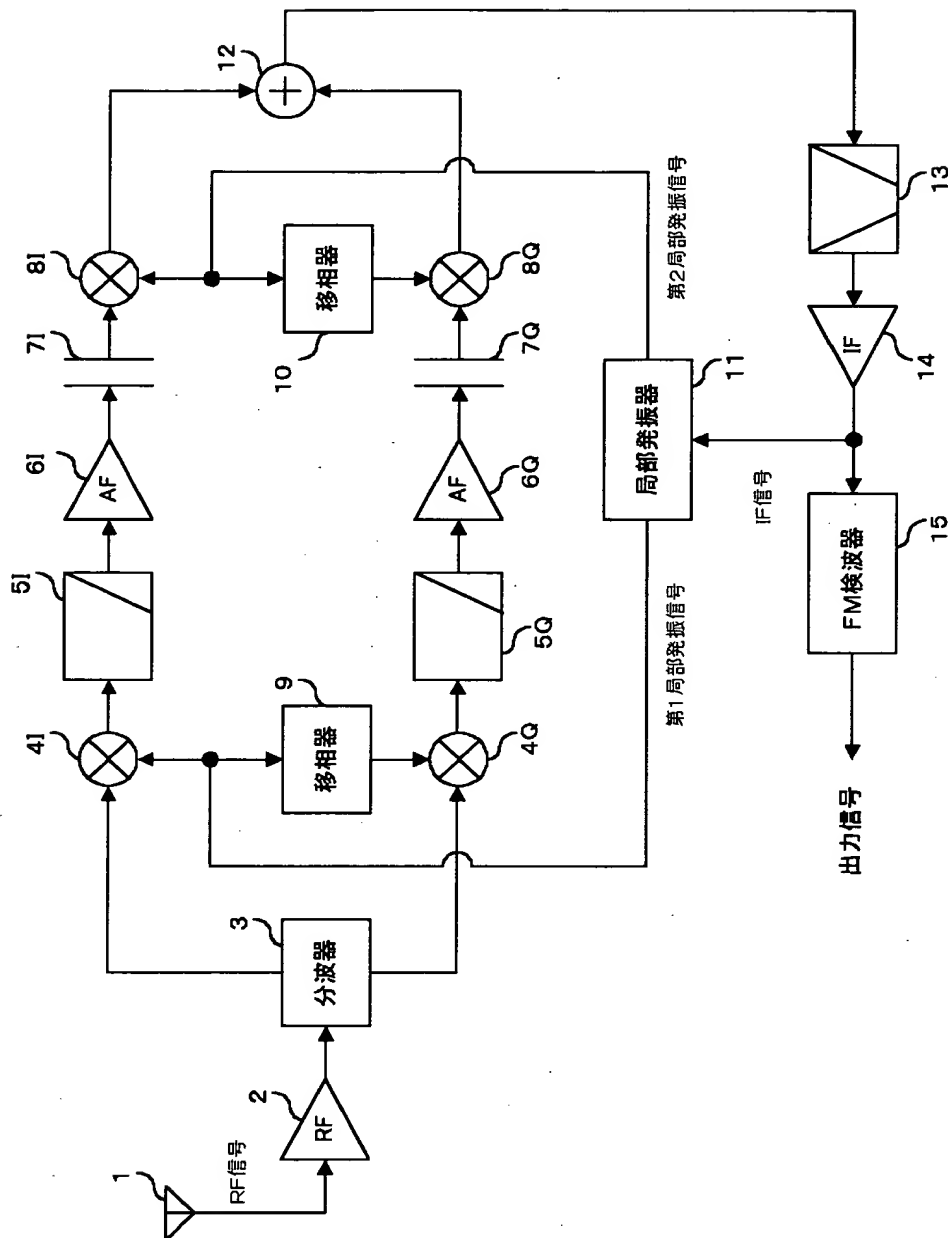
I F 増幅器

1 5

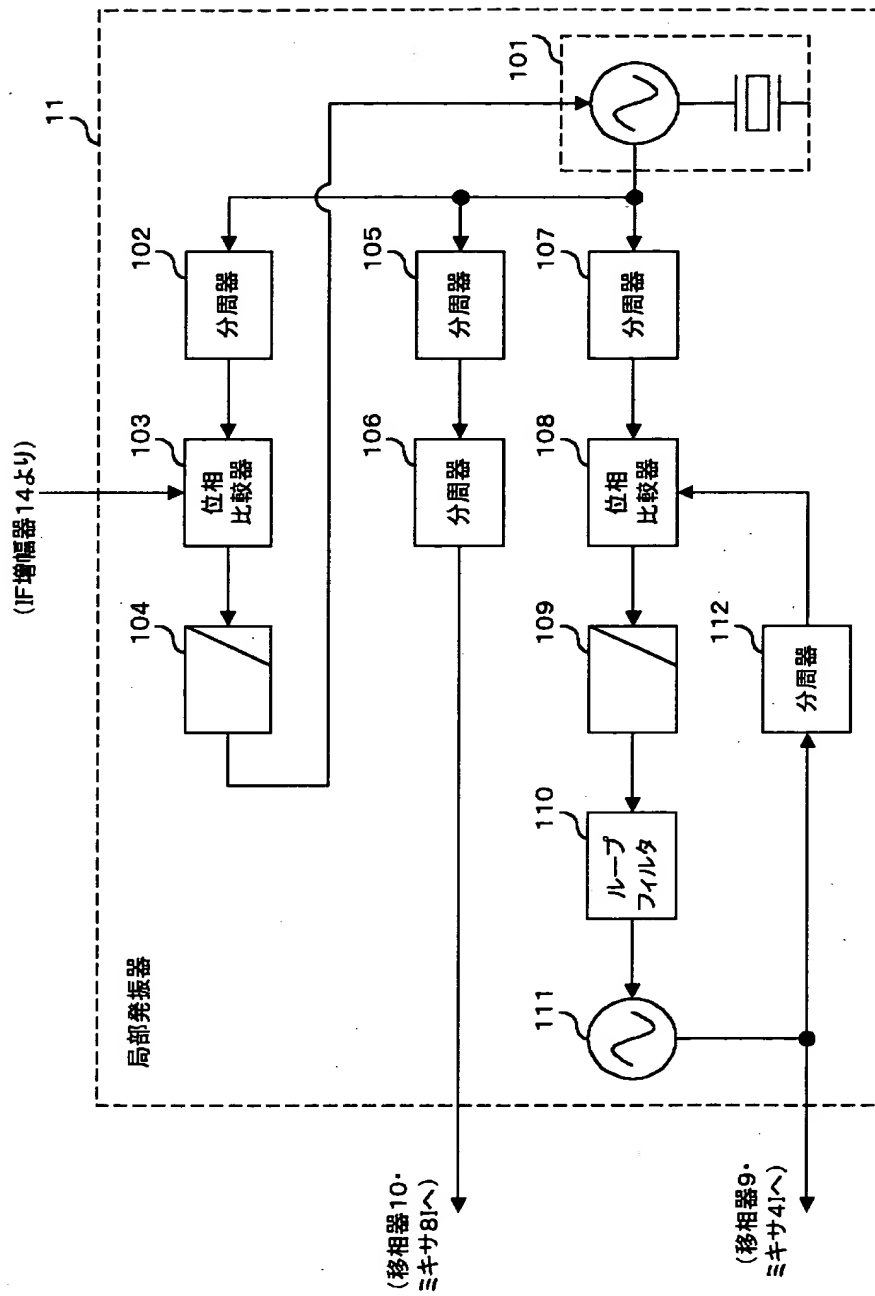
F M 検波器

【書類名】 図面

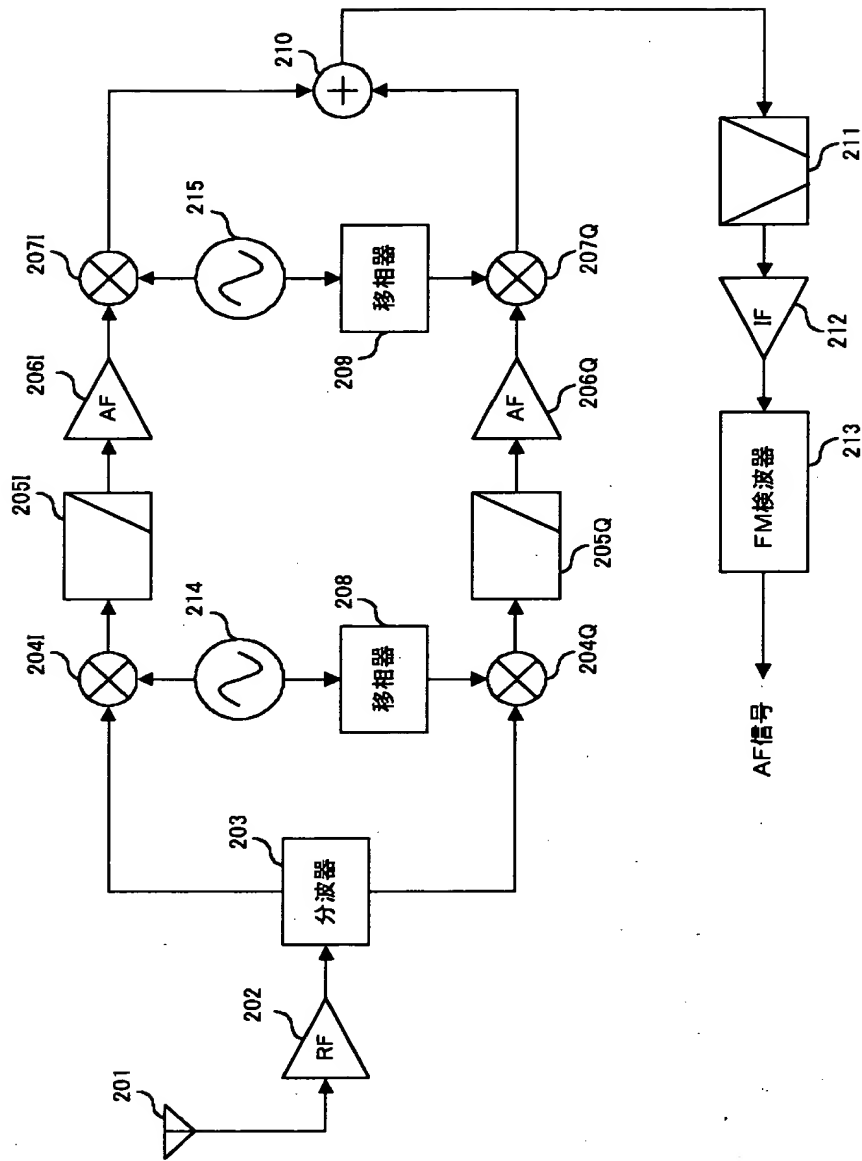
【図 1】



【図 2】



【图 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構成で調整が容易であり、あるいは局部発振信号を単一の基準発振信号に基づいて生成してダイレクトコンバージョンの手法を行う角度復調装置及び角度復調方法を提供することである。

【解決手段】 FM変調信号は増幅され、ミキサ4 I 及び4 Qで位相差90度の一对の第1の局部発振信号と各々混合され、一对のベースバンド信号へと変換される。ベースバンド信号は直流成分のカット等を受けた後、ミキサ8 I 及び8 Qで位相差90度の一对の第2の局部発振信号と各々混合され、得られた信号が互いに加算されIF（中間周波数）信号が得られる。IF信号は検波される一方、局部発振器11に送られる。局部発振器11は、IF信号の搬送波成分の周波数の所定数倍の基準発振信号を発生して分周し第2の局部発振信号を生成する。また、第1の局部発振信号の周波数は、基準発振信号の周波数に対し一定の比率に収束する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000100746]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市平野区加美鞍作1丁目6番19号
氏 名	アイコム株式会社